نشریه ماشین‌های کشاورزی
جلد 8، شماره 1، نیمسال اول 1397، ص 41-31

Journal of Agricultural Machinery
Vol. 8, No. 1, Spring - Summer 2018, p. 31-41

بررسی برخی از عوامل کاری مؤثر بر پوشش‌دهی بذر در پوشش‌دهنده‌ی دوار

فردین رنجبر[1]- محمدحسین کیانمهر[2]*

تاریخ دریافت: 1395/06/01
تاریخ پذیرش: 1395/10/19

چکیده

ایجاد پوششی از مواد مختلف در اطراف بذر یکی از اقداماتی است که امروزه برای ارتقاء کیفیت بذر مورد استفاده قرار می‌گیرد. اصلاح شکل و اندازه بذرها برای کاشت دقیق، فراهم کردن مواد مغذی ماکرو و میکرو از بدو جوانه‌زنی بذر و مبازره با آفات و بیماری‌ها، اهدافی هستند که همگی به‌وسیله ایجاد پوششی در اطراف بذر با مواد مناسب تحقق می‌یابد. متداول‌ترین روش ایجاد پوشش در اطراف بذر، استفاده از پوشش‌دهنده دوار است. هدف این تحقیق بررسی فناوری ایجاد پوشش و تعیین پارامترهای مؤثر بر کیفیت آن، است. این تحقیق بر اساس آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه فاکتور و سه تکرار اجرا شد. فاکتورها عبارتند از 1- فاصله عمودی نصب افشانک از بستر بذر در دو سطح 150 و 300 میلی‌متر، 2- موقعیت نصب افشانک در دو سطح "نصب در فاصله یک چهارم قطر بالاتر از مرکز استوانه" و "نصب در مرکز استوانه" و 3- نسبت اختلاط چسب پلی‌وینیل پیرولیدون در سه سطح 50، 75 و 100 گرم در یک کیلوگرم کائولن. نتایج نشان داد که اثر فاصله افشانک از بستر دانه‌ها بر هر سه صفت اندازه‌گیری شده در سطح احتمال 1٪ معنی‌دار بود و با افزایش فاصله از 150 میلی‌متر به 300 میلی‌متر، استحکام فیزیکی پوسته از 22/8 به 21/4 نیوتن و درصد خطا از 4/1 به 2/1 درصد کاهش و جوانه‌زنی از 71/3 به 73/4 درصد افزایش یافت. اثر میزان مصرف چسب بر هر سه صفت اندازه‌گیری شده در سطح 1٪ معنی‌دار بود و افزایش مصرف چسب، از 5 درصد وزنی تا نهایتاً 10 درصد وزنی، استحکام فیزیکی پوسته را از 13/9 به 29/1 نیوتن و درصدخطای پلت را از 2/1، به 4/2 درصد افزایش و جوانه‌زنی را از 90/4، به 53/2 درصد کاهش داد.

واژه‌های کلیدی: استحکام فیزیکی پوسته، افشانک، بذر پوشش‌دار، پوشش‌دهنده‌ی دوار

مقدمه

بذر یکی از نهاده‌های مهم کشاورزی است. بذرهای هیبرید توسط شرکت‌های بزرگ با تکنولوژی و هزینه بالا تولید می‌شوند. به همین دلیل کاشت صحیح و دقیق بذرها به‌طوری که شرایط رشد به بهترین شکل ممکن برای تک تک بذرها فراهم گردد اهمیت فوق‌العاده دارد. به‌عنوان مثال کشت تکی بذرهای گوجه‌فرنگی به علت شکل نامتقارن و کرک‌دار آن بسیار مشکل است و بذرها معمولاً به‌صورت چندتایی کشت می‌شوند. این مشکل با استفاده از پوشش‌دار کردن بذرها به‌طور کلی برطرف می‌شود (Ghezavati *et al.*, 2014). با توجه به مطالب گفته شده، اصلاح شکل و اندازه بذر، فراهم کردن مواد مغذی ماکرو و میکرو از بدو جوانه‌زنی و مبازره با آفات و بیماری‌ها، اهدافی هستند که همگی به‌وسیله پوشش‌دهی بذر تحقق می‌یابند. روش‌های مختلفی برای پوشش‌دهی بذر مورد استفاده قرار می‌گیرند که متداول‌ترین روش، استفاده از پوشش‌دهنده دوار[3] است (شکل 1). پوشش‌دهنده دوار، در واقع استوانه‌ای است که با سرعت مناسب دوران می‌نماید. با دوران استوانه با سرعت مناسب، بذرها کمی به‌طرف بالا حرکت کرده و سپس با حرکت غلتان به‌طرف پایین سرازیر می‌شوند. در این زمان دوغابی از مواد مناسب بر روی آنها پاشیده می‌شود تا لایه‌ای نازک دور بذرها تشکیل گردد (McGinity and Felton, 2008). همزمان با پاشش دوغاب، عملیات خشک‌کردن لایه پوشش با استفاده از جریان هوا با دمای مناسب انجام می‌گیرد تا از چسبیدن دانه‌ها به یکدیگر جلوگیری شود. با ادامه یافتن این فرآیند لایه تشکیل شده پیرامون بذرها رفته رفته ضخیم‌تر می‌شود. با توجه به این که ضخامت لایه پوشش در اطراف بذر یکنواخت نیست معمولاً به‌جای بیان ضخامت لایه پوشش از نسبت جرم ماده پوشش‌دهنده به جرم بذر استفاده می‌شود. با توجه به نسبت جرم ماده پوشاننده به جرم بذر، دو نوع پوشش‌دهی وجود دارد. اگر جرم لایه پوشش نسبت به جرم بذر اندک باشد (حداکثر 10 درصد) و

1 و 2- به‌ترتیب دانشجوی دکتری و استاد، گروه فنی مهندسی، دانشگاه تهران، پردیس ابوریحان، تهران، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: Kianmehr@ut.ac.ir)
DOI: 10.22067/jam.v8i1.58334

3- Rotary coater

شکل بذر دچار تغییر نگردد، آن را پوشش‌دهی لایه نازک[1] و اگر جرم لایه پوشش زیادتر از حالت قبل باشد و شکل بذر بر اثر این پوشش تغییر نماید به آن پلت[2] می‌گویند (Vanangamudi and Natarajan, 2006).

پروسه پوشش‌دهی شامل چندین گام اساسی است که شامل تهیه و آماده کردن محلول یا سوسپانسیون برای پوشش‌دهی، تولید ذرات یا قطرات کوچک به‌وسیله افشانک[3]، انتقال قطرات یا ذرات تولید شده تا بستر بذر[4]، برخورد[5]، خیس‌شدگی[6]، پخشیدگی[7]، پیوستگی و انعقاد مجدد قطرات[8] و در نهایت خشک شدن پوسته بذر[9] است. تمام مراحل فوق برای فهم و کنترل فرآیند پوشش‌دهی مهم هستند (Twitchell, 1990).

تولید قطرات بسیارکوچک سیال پوشش‌دهنده به کمک افشانک[10]، یکی از مراحل پوشش‌دهی است. گرانروی سیال، فشار هوای پودرکننده، اندازه روزنه خروج سیال عواملی هستند که بر اندازه ذرات تولید شده توسط افشانک اثر دارند. نتیجه تحقیقاتی که برای تعیین عوامل مؤثر بر کیفیت پوشش‌دهی قرص‌های دارویی انجام شد نشان داد که با افزایش غلظت سیال، اندازه ذرات تولید شده افزایش یافت و قطره‌های درشت‌تری به‌وجود آمد (schafer and Worts, 1977). در تحقیقی دیگر، اثر افزایش مقدار چسب pvpk30 بر اندازه قطره‌های خارج شده از افشانک، بررسی گردید. در این تحقیق تیمار میزان مصرف چسب از 2/5 تا 7/5 درصد متغیر بود. نتایج نشان داد که در این محدوده تغییر معنی‌داری در اندازه قطره‌ها به‌وجود نیامد. در واقع اثر افزایش مقدار چسب بر گرانروی سیال به‌قدری کم بود که اثر معنی‌داری بر اندازه قطره‌ها نداشت (Banks, 1981). اندازه قطره‌ها، پس از خروج از افشانک و در طول مسیر انتقال نیز ممکن است تغییر کند. این تغییر توسط دو مکانیسم صورت می‌گیرد که عبارتند از 1- تبخیر آب از سطح قطره‌ها و کوچکتر شدن آنها، 2- برخورد و جذب قطره‌ها به همدیگر و بزرگتر شدن آنها. مطالعات انجام شده برای تعیین تغییر اندازه قطره‌ها در طول مسیر، نشان داد که با افزایش طول مسیر از 180 میلی‌متر به 350 میلی‌متر، قطر متوسط قطره‌ها از 25 میکرومتر به 40 میکرومتر افزایش یافت (Arai *et al.*, 1982). در تحقیقی که برای تعیین عوامل مؤثر بر کیفیت پوشش قرص‌های دارویی انجام شد، اثر تبخیر از سطح قطره و خشک شدن آن در طول مسیر، مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد که مکانیسم تبخیر سیال و خشک شدن قطره، بر قطره‌های بسیار ریز اثر بیشتری دارد و ممکن است موجب خشکی آنها قبل از رسیدن به هدف گردد. زبری سطح، افزایش نفوذپذیری و کاهش استحکام لایه پوشش از نشانه‌های خشکی قطره‌ها قبل از برخورد با هدف است (Yookam *et al.*, 1984). به منظور تعیین شرایط بهینه برای پوشش‌دهی در یک دستگاه پوشش‌دهنده دوار به قطر 600 میلی‌متر، تحقیقی انجام شد. پارامترهای این تحقیق عبارت بودند از دمای هوای خشک کننده، فاصله افشانک تا بستر دانه‌ها و میزان سیال خارج شده از افشانک. نتایج نشان داد که محل مناسب نصب افشانک در فاصله یک چهارم تا یک دوم قطر از قسمت بالایی بستر دانه‌ها و با فاصله عمودی 150 تا 300 میلی‌متر است (Pandey *et al.*, 2014). برای ارزیابی کیفیت پوسته ایجاد شده صفات مختلفی قابل اندازه‌گیری است که استحکام فیزیکی پوسته، میزان خطا در تشکیل پوسته (پوسته‌های بدون بذر و یا پوسته‌های دو بذری) و درصد جوانه‌زنی از آن جمله‌اند. توانایی تحمل تنش‌های فیزیکی و مکانیکی وارد بر پوسته استحکام فیزیکی نامیده می‌شود. استحکام فیزیکی پوسته بذر باید بتواند ارتعاش سیستم کارنده را که برای بذرگیری نازل‌ها لازم و ضروری است، تحمل نماید و خرد نگردد (Movahedi *et al.*, 2014). مرسوم ترین روش برای اندازه‌گیری استحکام فیزیکی، استفاده از دستگاه اینستران است (Gunasekaran and Paulsen, 1985).

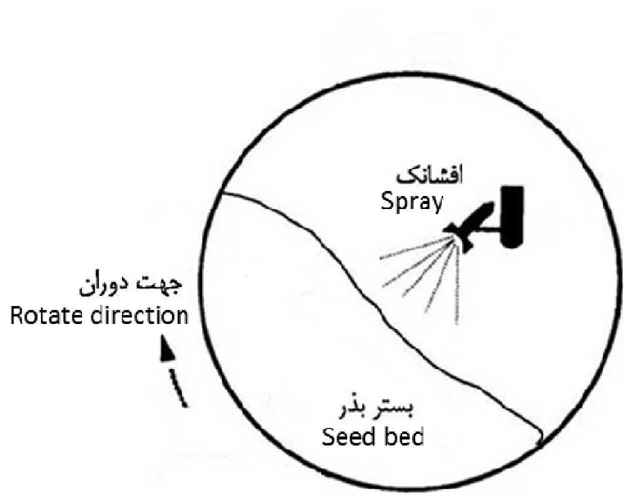
اهداف تحقیق

تعیین اثر فاصله نصب افشانک از بستر بذر بر کیفیت لایه پوشش
تعیین موقعیت مناسب نصب افشانک
تعیین اثر میزان مصرف چسب بر کیفیت لایه پوشش

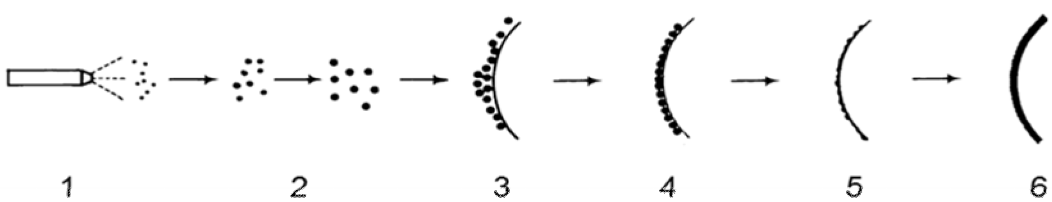
مواد و روش‌ها

عملیات پوشش‌دهی بذر دو جنبه دارد. یکی جنبه فنی و مکانیکی پوشش بذر و دیگری جنبه زراعی و نوع بذری که پوشش داده می‌شود. تمرکز این تحقیق بر فناوری پوشش‌دهی بذر و تعیین برخی عوامل کاری مؤثر بر کیفیت پوسته‌ی ایجاد شده است. برای پوشش‌دهی بذر از دستگاه پوشش‌دهنده دوار که توسط نگارندگان این مقاله، در گروه مکانیک ماشین‌های کشاورزی پردیس ابوریحان دانشگاه تهران ساخته شد، استفاده گردید. این دستگاه دارای استوانه‌ای به قطر 900 میلی‌متر است. افشانک مورد استفاده در آن از نوع افشانک هوایی ساخت شرکت رونیکس مدل RH-6315 با قطر روزنه 1/6 میلی‌متر می‌باشد.

1- Film coat
2- Pellet
3- Droplet formation
4- Droplet travel
5- Impingement
6- Wetting
7- Spreading
8- Coalescence
9- Drying
10- Spray gun



شکل 1- تصویر شماتیک دستگاه پوشش‌دهنده بذر (McGinity and Felton, 2008)
Fig. 1. Schematic picture of seed coating machine



شکل 2– مراحل مختلف تشکیل لایه پوشش به صورت شماتیک (Cole, 2002)
1- تولید قطره‌های کوچک 2- انتقال 3- برخورد 4- خیس‌شدگی 5- پخشیدگی 6- پیوستگی و انعقاد
Fig. 2. Schematic representation of the stages in spray film coating
1- Droplet formation 2- Droplet travel 3- Impingement 4- Wetting 5- Spreading 6- Coalescence

زاویه و فاصله استقرار افشانک از بستر دانه‌ها به‌وسیله مفاصل و بازوهای تعبیه شده، قابل تنظیم است. برای تأمین هوای خشک‌کننده از یک پمپ سانتریفوژ با توان هوادهی 2/8 مترمکعب در دقیقه و توان موتور 120 وات استفاده شد. برای گرم کردن هوای خشک‌کننده از یک گرمکن برقی سه کیلو وات استفاده شد که قابلیت گرم کردن هوای خشک‌کننده تا 85 درجه سلسیوس را داشت. سرعت دوران استوانه به‌وسیله یک دستگاه اینورتر از 1 دور در دقیقه تا 50 دور در دقیقه قابل تنظیم بود. با توجه به اینکه تمرکز این تحقیق بر جنبه فنی پوشش‌دهی بذر و یافتن عوامل کاری مؤثر بر کیفیت پوسته ایجاد شده بود و پوشش‌دهی بذر خاصی مورد نظر نیست و همچنین با توجه به اینکه برای حصول به نتیجه مقادیر زیادی بذر مورد نیاز بود، بنابراین بذر گندم رقم پیشتاز که در دسترس و ارزان بود استفاده شد.

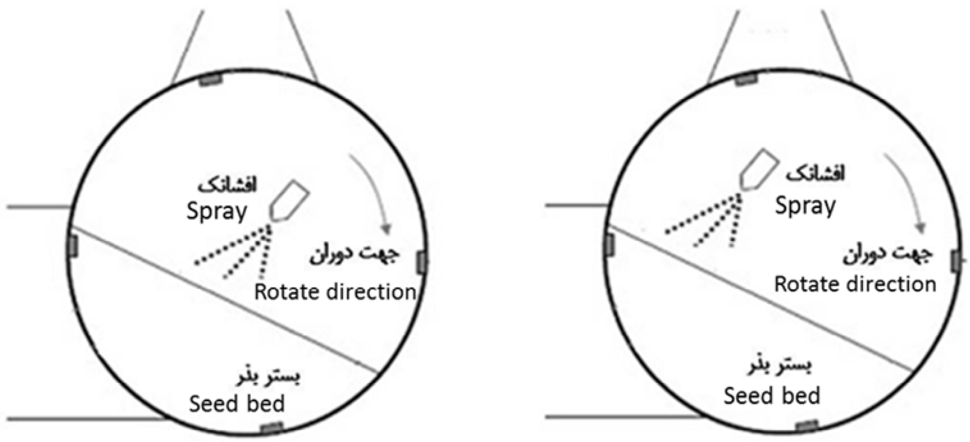
لازم به ذکر است نتایج و دانش فنی به‌دست آمده در این تحقیق، با اعمال تغییرات جزئی، قابل استفاده در پوشش‌دهی سایر بذرها است. برای اجرای این تحقیق ابتدا مقدار 2 کیلوگرم بذر گندم، به‌صورت دستی تمیز و ذرات خارجی و بذور شکسته‌شده، جدا گردید. سرعت چرخش استوانه در همه تیمارها ثابت و 15 دور در دقیقه تنظیم گردید. برای تهیه سیال پوشاننده برای پوشش 2 کیلوگرم گندم، دو کیلوگرم کائولن و مقدار لازم چسب پلی‌وینیل پیرولیدین (با توجه به فاکتور "میزان مصرف چسب" برای هر تیمار) با یک لیتر آب مخلوط گردید. فشار هوای پودرکننده در همه تیمارها ثابت و برابر 1 بار تنظیم شد. برای نصب افشانک یک پایه ساخته شد که قابلیت تنظیم فاصله و زاویه قرارگیری افشانک را فراهم می‌کرد (شکل 5). دمای هوای خشک‌کننده، 50 درجه سلسیوس تنظیم شد. این تحقیق بر اساس آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کرت‌های کاملاً تصادفی با سه فاکتور و سه تکرار انجام شد.

فاکتورها عبارت بودند از:

1- فاصله عمودی نصب افشانک از بستر بذر در دو سطح 150 و 300 میلی‌متر.

2- موقعیت نصب افشانک در دو سطح "نصب در فاصله یک چهارم قطر بالاتر از مرکز استوانه" و "نصب در مرکز استوانه"(شکل 3).

3- نسبت اختلاط چسب پلی‌وینیل پیرولیدون در سه سطح 50، 75 و 100 گرم در یک کیلوگرم کائولن.



شکل 3- محل نصب افشانک، سمت راست یک چهارم قطر بالاتر از مرکز و سمت چپ: در مرکز استوانه (Pandey *et al.*, 2006)
Fig. 3. Spray location, Right: in 1/4 diameter upper center and left: in center

برای محاسبه درصد خطای پلت بعد از اتمام پوشش‌دهی تعداد صد عدد پلت جدا گردیده و پس از خردکردن لایه پوششی، تعداد پلت‌های بدون بذر و یا پلت‌های چند بذری به‌عنوان میزان و یا درصد خطای پلت در نظر گرفته شد. کلیه آزمون‌های مربوط به اندازه‌گیری استحکام فیزیکی پوسته بذر با دستگاه تست کشش- فشار موجود در آزمایشگاه خواص فیزیکی مکانیکی محصولات کشاورزی پردیس ابوریحان دانشگاه تهران انجام شد. نیروسنج استفاده شده دارای ظرفیت 490 نیوتن بود. برای اعمال نیرو به بذر از یک پروب با سطح تماس 4 سانتی‌متر مربع استفاده گردید (Imanmehr and Rostami, 2013). بذر پوشش‌دار در وضعیت افقی بین دو فک دستگاه قرار گرفت و توسط فک متحرک یا پروب تحت تأثیر نیروی فشاری تک محوری قرار گرفت تا پوسته شکسته شد (شکل 4). برای انجام تست جوانه‌زنی از اتاقک رشد[1] معاونت موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کرمانشاه استفاده شد (شکل 6). برای این کار تعداد 20 عدد بذر پوشش‌دار از هر تیمار انتخاب گردید. با توجه به متلاشی شدن پوشش بذر در روش‌های معمولی تست جوانه‌زنی، کشت در ماسه شسته شده انجام شد (شکل 6). داده‌های جمع‌آوری شده به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کرت‌های کاملاً تصادفی آنالیز گردیدند و مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون دانکن توسط نرم‌افزار Spss18 انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌های حاصل از این تحقیق در جدول 1 آورده شده است. با توجه به جدول 1 مشاهده گردید که اثر فاکتور فاصله افشانک تا بستر دانه بر صفات استحکام فیزیکی پوسته و درصد خطا در سطح احتمال 1٪ و بر صفت درصد جوانه‌زنی در سطح احتمال 5٪، معنی‌دار بود. فاکتور موقعیت نصب افشانک بر فاکتور درصد خطا در سطح احتمال 1٪ اثر معنی‌دار داشت ولی بر صفات استحکام فیزیکی پوسته و درصد جوانه‌زنی اثر معنی‌دار نداشت. فاکتور مقدار مصرف چسب بر هر سه صفت استحکام فیزیکی، درصد خطا و درصد جوانه‌زنی در سطح احتمال 1٪ اثر معنی‌دار داشت. اثر متقابل فاصله افشانک در مکان نصب افشانک و فاصله افشانک در مقدار مصرف چسب بر صفت میزان خطا در سطح احتمال 1٪ معنی‌دار شد.

اثر فاصله افشانک

با توجه به جدول 2 مشاهده گردید که نصب افشانک در فاصله 150 میلی‌متر از بستر بذر باعث ایجاد پوشش‌های مقاوم‌تر شد به‌طوری که پوشش ایجاد شده توانست نیروی 22/8 نیوتن را تحمل نماید در حالی که پوشش ایجاد شده با فاصله افشانک 300 میلی‌متر

1- Incubator

فقط تا اعمال نیروی 21/4 نیوتن مقاومت کرد. در مورد صفت درصد جوانه‌زنی مشاهده گردید که افزایش فاصله نصب افشانک باعث افزایش درصد جوانه‌زنی شد به‌طوری که با افزایش فاصله افشانک از 150 میلی‌متر به 300 میلی‌متر جوانه‌زنی از 71/3 درصد به 73/4 درصد افزایش یافت.



شکل 4- دستگاه تست کشش- فشار موجود در آزمایشگاه خواص فیزیکی پردیس ابوریحان چپ: تصویر واقعی راست: تصویر شماتیک
1- نیروسنج 2- پروب 3- بذر پوشش‌دار

Fig. 4. Tension/Compression testing device in the physical properties laboratory of Aboureihan left: real picture right: schematic picture



شکل 5- پایه ساخته شده برای تنظیم فاصله و زاویه قرارگیری افشانک

Fig. 5. Made device to adjust the distance and angle of nozzle



شکل 6- اتاقک رشد موسسه تحقیقات کشاورزی دیم و نمونه آزمایش جوانه‌زنی

Fig. 6. Incubator in dryland agricultural research institute laboratory

جدول 1- خلاصه جدول تجزیه واریانس اثر فاکتورهای مختلف بر صفات اندازه‌گیری شده

Table 1- Result of variance analysis for the effect of difference characteristics

منبع Source	درجه آزادی df	میانگین مربعات اشتباه Mean square error		
		استحکام فیزیکی پوسته Physical strength of pellet (N)	خطای پوشش Pellet error (%)	جوانه‌زنی Germination (%)
تکرار Replication	2	0.05^{ns}	0.011^{ns}	2.33^{ns}
فاصله افشانک تا بستر بذر Spray distance (Fa)	1	1.72^{**}	36.00^{**}	40.11^{*}
مکان افشانک Spray position (Fb)	1	0.03^{ns}	13.44^{**}	2.78^{ns}
مقدار مصرف چسب Binder Quantity (Fc)	2	75.56^{**}	14.09^{**}	4173.25^{**}
Fa × Fb	1	0.004^{ns}	6.42^{**}	1.78^{ns}
Fa × Fc	2	0.003^{ns}	0.68^{**}	10.36^{ns}
Fb × Fc	2	0.21^{ns}	0.02^{ns}	5.03^{ns}
Fa× Fb ×Fc	2	0.06^{ns}	0.12^{ns}	2.03^{ns}
اشتباه Error	22	0.12	0.12	6.42
ضریب تغییرات C.V		4.9%	11.2%	3.5%

*: Significant at p=0.05, **: Significant at p=0.01 ns: Non Significant

برای توجیه اثر فاصله نصب افشانک بر صفات مختلف می‌توان بیان کرد که قطرات محلول پوشاننده زمانی که فاصله بیشتری طی می‌نمایند در طول مسیر مقداری از رطوبت خود را از دست می‌دهند و هنگام رسیدن به هدف چسبندگی و قابلیت گسترش کمتری دارند بنابراین پوسته‌ای با استحکام کمتر و تخلخل بیشتر تشکیل می‌دهندکه شکافتن این پوسته برای جوانه، راحت‌تر است و درصد بیشتری از جوانه‌ها موفق به شکافتن این لایه شده‌اند. نتایج این تحقیق در مورد فاصله نصب افشانک، با نتایج گزارش شده توسط (Yookam *et al.*, 1984) مطابقت دارد. در مورد صفت درصد خطا مشاهده گردید که با افزایش فاصله افشانک، درصد پوشش‌های معیوب از 4/1 درصد به 2/1 درصد کاهش یافت. علت را می‌توان چنین توجیه کرد که با توجه به شکل مخروطی پاشش افشانک، با افزایش فاصله از بستر دانه‌ها، شدت پاشش بر واحد سطح کمتر شده‌است. به همین علت تمایل دانه‌ها برای چسبیدن به همدیگر کاهش یافته‌است.

اثر مکان افشانک

با توجه به جدول 2 مشاهده گردید که استحکام فیزیکی پوسته در هنگام نصب افشانک در مرکز استوانه، 22/2 نیوتن بود که تفاوت معنی‌داری در سطح 5٪ با استحکام فیزیکی پوسته در هنگام نصب افشانک در یک چهارم قطر بالاتر از مرکز که 22/0 نیوتن بود نداشت. تنها اثر معنی‌دار مکان نصب افشانک بر میزان خطای پوسته‌های ایجاد شده بود. نصب افشانک در مرکز استوانه با خطای 2/49 درصد بر نصب افشانک در یک چهارم بالای مرکز با خطای 3/71 درصد در سطح احتمال 1٪ برتری داشت. علت را می‌توان چنین توجیه کرد که هنگامی که دانه‌ها شروع به غلتیدن و حرکت به سمت پایین می‌کنند در حوالی مرکز استوانه به بیشترین سرعت خود می‌رسند و اگر در این حالت پاشش صورت گیرند احتمال چسبیدن آنها به همدیگر کمتر از حالتی است که دانه‌ها هنوز به سرعت نهایی خود نرسیده‌اند. با توجه به نتایج گرفته‌شده نصب افشانک در مرکز استوانه و در فاصله 300 میلی‌متری بستر توصیه می‌گردد که با نتایج (Pandey *et al.*, 2014) مطابقت دارد.

جدول 2- نتایج مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده

Table 2- Results of comparison of average measured characteristic

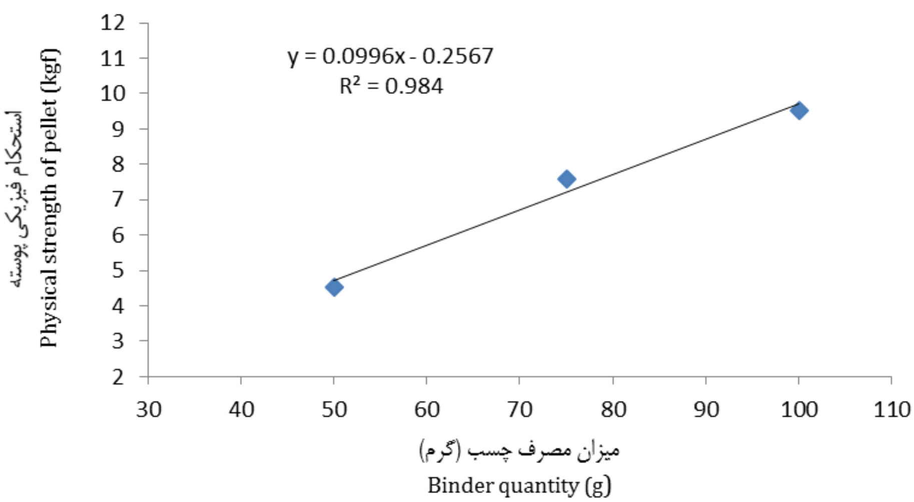
سطوح فاکتورها Levels of factors		صفات اندازه‌گیری شده استحکام فیزیکی پوسته Physical strength of pellet (N)	خطای پوشش Pellet error (%)	جوانه‌زنی Germination (%)
فاصله افشانک تا بستر بذر Spray distance (mm)	150	22.8	4.10	71.28
	300	21.4	2.10	73.40
موقعیت مکانی افشانک Spray position	1/4 diameter upper center	22.2	3.71	72.61
	In center	22.0	2.49	72.06
مقدار مصرف چسب Binder Quantity (g)	50	13.9	2.01	90.42
	75	23.2	3.12	73.42
	100	29.1	4.18	53.17

اثر میزان مصرف چسب

با توجه به جدول 1 مشاهده گردید که فاکتور مقدار مصرف چسب بر هر سه صفت اندازه‌گیری شده در سطح احتمال 1٪ اثر معنی‌دار داشت. با توجه به جدول 2 مشاهده‌گردید که با افزایش مصرف چسب، استحکام فیزیکی پوشش بذر افزایش یافت به‌طوری که استحکام فیزیکی پوشش بذر برای مصرف 5 درصد، 7/5 درصد و 10 درصد چسب، به‌ترتیب 13/9، 23/2 و 29/1 نیوتن بود. تنها اثر مثبت افزایش میزان مصرف چسب، افزایش استحکام فیزیکی پوشش بذر می‌باشد، بنابراین با توجه به کمترین استحکام لازم، میزان مصرف چسب باید محدود گردد. در شکل 7 رابطه به‌دست آمده برای میزان مصرف چسب و استحکام فزیکی پوسته آمده است. با استفاده از این رابطه مشاهده گردید که با افزایش یک گرم چسب، تقریباً 0/1 کیلوگرم نیرو بر استحکام پوسته افزوده گردید. با افزایش مصرف چسب، درصد خطا نیز افزایش یافت. به‌طوری که با افزایش مصرف

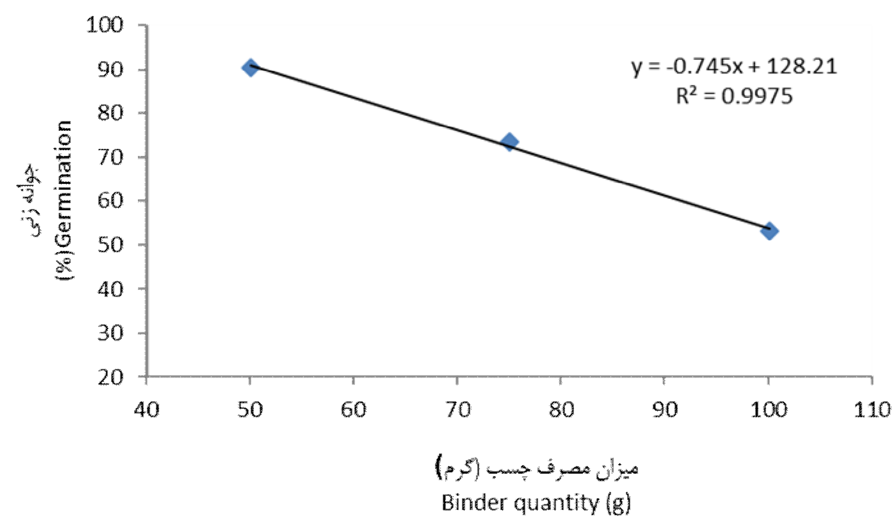
چسب از 5 درصد به 10 درصد میزان خطای پوشش از 2/10 درصد به 4/18 درصد افزایش یافت. افزایش مصرف چسب بر میزان جوانه‌زنی نیز به شدت اثرگذار بوده‌است و با مصرف 5 درصد، 7/5 درصد و 10 درصد چسب، جوانه‌زنی به‌ترتیب 90/42، 73/42 و 53/17 درصد بود.

ارتباط صفت "جوانه‌زنی" با فاکتور "میزان مصرف چسب" در شکل 8 آمده‌است. با استفاده از این رابطه مشاهده گردید که با افزایش مصرف یک گرم چسب تقریباً 0/75 درصد از جوانه‌زنی بذرهای پوشش‌دار کاسته شده‌است.



شکل 7- ارتباط میزان مصرف چسب با استحکام فیزیکی پوسته

Fig. 7. Relationship between binder quantity and physical strength of pellet



شکل 8- ارتباط میزان مصرف چسب با جوانه‌زنی

Fig. 8. Relationship between binder quantity and germination

با توجه به جدول همبستگی بین صفات (جدول 3) مشاهده گردید که همبستگی 0/955- بین صفت استحکام فیزیکی پوسته و درصد جوانه‌زنی برقرار است. منفی بودن همبستگی نشان‌دهنده رابطه معکوس این دو صفت است. بنابراین افزایش استحکام فیزیکی پوسته باعث کاهش جوانه‌زنی شده‌است. بین صفت افزایش استحکام فیزیکی پوسته و صفت درصد خطای پلت، همبستگی 0/621 وجود

داشت و با افزایش استحکام پوسته درصد خطا نیز افزایش یافت.

جدول 3- همبستگی بین صفات

Tablet 3- Correlation between characteristics

همبستگی **Vayance**	استحکام فیزیکی پوسته **Physical strength of pellet (N)**	خطای پوشش **Pellet error (%)**	جوانه‌زنی **Germination (%)**
خطای پوشش Pellet error (%)	0.621**		
جوانه‌زنی Germination (%)	-0.955**	-0.596**	

نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق حاضر بصورت خلاصه به‌شرح ذیل دسته‌بندی می‌گردد.

با افزایش فاکتور "فاصله افشانک از بستر دانه‌ها" از 150 میلی‌متر به 300 میلی‌متر صفات استحکام فیزیکی پوشش دانه و خطای پوشش‌دهی کاهش و صفت جوانه‌زنی افزایش یافت. بنابراین بر اساس نتایج تحقیق، نصب افشانک در فاصله 300 میلی‌متر از بستر دانه‌ها توصیه می‌گردد.

با افزایش فاکتور "نسبت اختلاط چسب مصرفی" از 5 درصد وزنی تا 10 درصد وزنی، صفات استحکام فیزیکی پوسته و خطای پوشش‌دهی افزایش و صفت جوانه‌زنی کاهش یافت. با توجه به اینکه تنها اثر مثبت افزایش میزان مصرف چسب، افزایش استحکام فیزیکی پوشش بذر می‌باشد، پیشنهاد می‌گردد که میزان مصرف چسب به کمترین مقداری که استحکام لازم را تأمین نماید، محدود گردد.

عامل "محل نصب افشانک" فقط بر صفت خطای پوشش‌دهی اثر معنی‌دار داشت و نصب افشانک در مرکز استوانه بر نصب افشانک در یک چهارم قطر بالاتر از مرکز برتری داشت و توصیه می‌گردد

References

1- Arai, M., T. Kishi, and H. Hiroyasu.1982. A laser diagnostic technique for sauter mean diameter of fuel oil sprays. Proceedings of the second International conference on liquid Atomization, Medication, Wisconsin, Pp. 309-316.

2- Banks, M. 1981. Studies on the fluidized bed granulation process. Ph D. Thesis, DeMontfort University, Leicester.

3- Ghezavati. J., D. Mohammad Zamani, M. Abbasgholipour, B. Mohammadi Alasti, and A. Ranji. 2014. Preliminary design, construction and evaluation of robot of tomato seed planting for the trays of greenhouse, Journal of Agricultural Machinery 5 (1): 242-250. (In Farsi).

4- Gunasekaran, S., and M. R. Paulsen. 1985. Breakage resistance of corn as a function of drying rates. Transaction of the ASAE 28: 2071-2076.

5- Imanmehr, A., and S. Rostami. 2013. Determination of the Mechanical Strength of Safflower Seed under Quasi-Static Pressure Test, Journal of Agricultural Mechanization 1 (2): 1-6.

6- McGinity, J. W., and L. A. Felton. 2008. Aqueous polymeric coatings for pharmaceutical dosage forms. Third Edition. 67-75.

7- Movahedi, E., M. Rezvani, and A. Hemmat. 2014. Design, development and evaluation of a pneumatic seeder for automatic planting of seeds in cellular trays. Journal of Agricultural Machinery 4 (1): 65-71. (In Farsi).

8- Pandey, P., D. S. Bindra, and A. Felton. 2014. Influence of Process Parameters on Tablet Bed Microenvironmental Factors During Pan Coating, Journal of the American Association of Pharmaceutical Scientists 15 (2): 296-305.

9- Pandey, P., R. Turton, N. Joshi, E. Hammerman, and J. Ergan. 2006. Scale up of a pan coating process.

Journal of the American Association of Pharmaceutical Scientists 7 (4). Article 102.

10- Schafer, T., and O. Worts. 1977. Control of fluidized bed granulation. Estimation of droplet size of atomised binder solutions, Archives of Pharmaceutical and Chemical Science, 5th Edition. Pp.178-193.

11- Twitchell, A. M. 1990. Studies on the role of atomization in aqueous tablet film coating, Ph D. Thesis, DeMant fort University, Leicester.

12- Vanangamudi, K., and K. Natrajan. 2006. Advances in seed science and technology. 123-131.

13- Yookam, D. A., and R. J. Campbell. 1984. Modeling of a film coating system for computer automation. Pharm. technol. 8 (jan): 38-44

Journal of Agricultural Machinery
Vol. 8, No. 1, Spring - Summer 2018, p. 31-41

نشریه ماشین‌های کشاورزی
جلد 8، شماره 1، نیمسال اول 1397، ص 41-31

Review of some of Coating Seed Factors in Rotary Pan Coater

F. Ranjbar[1]- M. H. Kianmehr[2*]

Received: 22-08-2016
Accepted: 08-01-2017

Introduction: Today, hybrid seeds are expensive because the company that produces them spends a lot of money on research and development that often takes years to accomplish. So precise planting of seeds in order to create the best growing condition for all seeds is important. Modified size and shape of seeds for precision planting, providing macro and micro nutrients since the start of seed germination and control pests and diseases are goals that are possible by coating seeds. The overall process of seed coating or seed pelleting comprises a number of important stages: 1- Droplet formation 2- Droplet travel 3- Impingement 4- Wetting 5- Spreading 6- Coalescence. Seed coating was largely borrowed from the confectionery industry which had developed this technique over the ages and is still widely used today. The seed industry concentrated on using the rotary drum or pan. This type of pan or drum was used for batches of up to 150–200 kg. Some rotary drum coater were developed subsequently which improved handling, particularly in the way the drying air was introduced and extracted. The pan of drum rotary coater is placed at the end of a tilted rotating shaft that is turned at a constant speed about 15- 20 rpm. Then a nozzle is spraying proper amount of coating solution on the seeds. The aim of this study was to evaluate technology and determine the factors affecting its quality coverage.

Materials and Methods: This experiment lay out in factorial experiment based on random complete block design with three replications. The first factor was vertically distance nozzle from seed bed in two levels 150 and 300 mm, second factor was the nozzle installed location in two levels installed in 1/4 diameter upper center and in center of cylinder, and third factor was concentration of binder polyvinylpyrrolidone (PVP) in three levels 50, 75 and 100 g kg^{-1} kaolin. In order to measure the pellet error percent, first 100 pellets were selected and broken. No seed or multi-seed pellets were counted. For measuring physical strength of pellets, instron machine were implemented in physical properties laboratory in Aborihan department of Tehran University. Its load cell capacity was 490 N. Forward speed of the instron was 5 mm per minute. Germination test were performed in the laboratory in dryland agricultural substitute Sararood, Kermanshah.

Results and Discussion: The results showed that the nozzle distance from the seed bed had a significant effect on all measured traits (1% level). With increasing distance from the seed bed, the physical strength of pellet and the percentage of pellet error decreased but germination increased. In fact, with increasing nozzle distance from 150 mm to 300 mm, the physical strength of pellet decreased from 22.8 N to 21.4 N, the pellet error decreased from 4.1% to 2.1% but germination increased from 71.3 to 73.4 percent. The used binder quantity had a significant effect on all measured traits (1% level). By increasing of using binder, the physical strength of pellet and the percentage of pellet error increased but germination strongly decreased. In the other word, with increasing used binder from 50g to 100g per one kilogram kaolin, the physical strength of pellet increased from 13.9N to 29.1N, the pellet error increased from.2.01 to 4.18 percent but germination decreased from 90.42 to 53.17 percent. The nozzle installed location had a significant effect only on the pellet error (1% level). In the other word, the nozzle installed on the cylindrical center is better than nozzle installed in 1/4 diameter upper center. There was negative significant correlation (r=-0.96) between physical strength shell characteristics and germination. So increasing the physical strength of the shell is reduced germination. There was a significant correlation (r= 0.621) between physical strength and pellet error percentage. So with increasing physical shell strength, pellet error was increased.

Keywords: Coating seed, Physical strength of pellet, Rotary pan coater, Spray gun

1 and 2- PhD. student and Professor, Respectively, Department of Engineering, University of Tehran, Abourihan Campus, Tehran, Iran
(*- Corresponding Author Email: Kianmehr@ut.ac.ir)